

AB

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-192742

(43)Date of publication of application : 28.07.1995

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 05-329189

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.1993

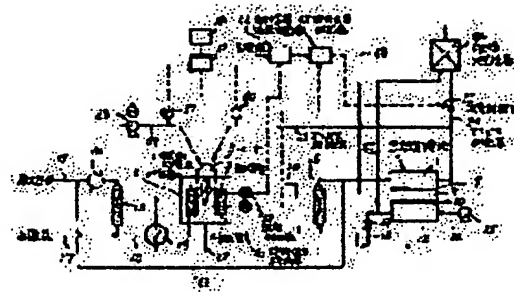
(72)Inventor : OGA SHUNSUKE
KUBOTA YASUMOTO

(54) CATALYST LAYER TEMPERATURE CONTROL SYSTEM OF FUEL REFORMER FOR FUEL CELL

(57)Abstract:

PURPOSE: To control the temperature of a catalyst layer in a reaction tube obtained by heating the reaction tube of a fuel reformer with combustion heat of off-gas burned with a burner of fuel reformer by controlling the flow rate of the off-gas from a fuel cell, or controlling in high response the temperature in the outlet of a reformed gas, and recover the exhaust heat of the remaining off-gas.

CONSTITUTION: On the basis of the reaction between reformed gas outlet temperature in a reaction tube 4 of a fuel reformer and furnace temperature in a furnace container 2, a catalyst layer temperature controller 44 into which a signal detected temperature from a temperature detector 42 is inputted and a furnace temperature controller 45 into which a signal of detected temperature from a furnace temperature detector 43 is inputted are connected in cascade, and a flow rate control valve 35 is controlled to control the reformed gas outlet temperature to a target value. The remaining off-gas is burned with off-gas from a fuel cell 7 in a catalyst combustor 46 and exhaust heat is recovered by utilizing the exhaust gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】炭化水素系又はアルコール系の原燃料が供給される改質触媒が充填されてなる触媒層を有する反応管と、これを内蔵する炉容器と、炉容器に設けられ、燃料電池から排出されてオフガス供給系を経て供給される未使用水素を含むオフガスを所定の空燃比で燃焼させるバーナとを備え、反応管に供給される前記原燃料をバーナでの燃焼により生じた熱媒体により加熱して、水素に富むガスに改質して改質ガスを生成する燃料改質器における前記触媒層の温度をオフガス供給系から分岐し、オフガスを排出するオフガス排出系に設けられる流量制御弁により制御されるバーナへの供給オフガス量により制御する燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置において、反応管内の触媒層温度又は改質ガス出口温度を検出する温度検出器と、炉容器内の燃焼時の炉内温度又は炉壁温度を検出する炉内温度検出器と、温度検出器で検出する触媒層温度又は改質ガス出口温度と、触媒層温度又は改質ガス出口温度の所定温度の目標値とが入力され、前記検出温度と目標値との偏差に基づいて出力信号が出力される触媒層温度調節器と、この調節器からの出力信号が入力され、反応管内の触媒層温度又は改質ガス出口温度と炉内温度又は炉壁温度との関係に基づいて、前記入力される出力信号に応じて炉内温度又は炉壁温度の設定温度が定められ、炉内温度検出器での検出温度と前記設定温度との偏差から流量制御弁を制御して炉内温度又は炉壁温度を制御する炉内温度調節器とを備え、反応管内の触媒層温度又は改質ガス出口温度を触媒層温度調節器と炉内温度調節器とにより、カスケード制御したことを特徴とする燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置。

【請求項2】請求項1記載のものにおいて、流量制御弁から排出されるオフガスを燃料とし、燃料電池から排出され、未使用酸素を含むオフ空気を燃焼空気とする触媒燃焼器を設けたことを特徴とする燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料電池とともに燃料電池発電装置に組込まれる燃料改質器において、炭化水素系やアルコール系の原燃料を触媒層を内蔵する反応管に通流し、燃料電池から排出されるオフガスの燃焼により生じた熱媒体により反応管を加熱して水蒸気改質する際、前記触媒層の温度を制御する燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料改質器は燃料電池と組合わせられて燃料電池発電装置が構成される。ここで燃料改質器は、天然ガスのような炭化水素系やメタノールのようなアルコール系の原燃料を、改質触媒が充填されてなる触媒層を内蔵する反応管に通流し、バーナでの燃焼による熱媒

体により反応管を加熱して水素に富むガスに改質して改質ガスを生成する。

【0003】一方、燃料電池は、上記の改質ガスが燃料として、また、空気が酸化剤として供給されて電池反応を起こして発電する。この際、燃料電池の燃料電極から電池反応に寄与しない未使用の水素を含むオフガスは、燃料改質器のバーナで燃焼させる燃料として使用される。ところで、燃料電池に供給される改質ガスは、燃料電池の燃料電極への改質ガスの等配性及び全体の熱バランスを考慮して、燃料電池が発電する電力量に対応する改質ガス量より約20%多くしている。したがって、オフガス中にはこの余分の20%程度の水素を含み、これが燃料改質器のバーナに送られて燃焼され、この燃焼熱により反応管を加熱して原燃料を水蒸気改質している。

【0004】しかしながら、燃料電池で発電する際、負荷変動、特に負荷増加に直ちに追従できるように燃料電池に供給する改質ガス量は、通常前記20%程度より多い過剰な改質ガス量としている。これは、もし改質ガス量が不足すると、燃料改質器のバーナに供給されるオフガス量が不足して燃焼熱が不十分になり、このため改質反応が十分起こらずに、原燃料そのものが燃料電池に供給されて効率低下を起こしたり、また、燃料電池の電極へのガスの不等配が生じ、電池を損傷させたりするからである。

【0005】しかしながら、上記のように過剰気味の改質ガスが供給されて行なわれる電池反応により生じるオフガスは過剰の燃料となってバーナに供給され、このためバーナでの燃焼による熱媒体の余剰な燃焼熱により触媒層の温度を過剰に上昇させるので、燃焼空気量を余剰にして熱媒体を冷却し、燃焼熱を低下させて触媒層の温度を所定値に制御している。この触媒層の温度の制御は下記のようにして行なわれる。

【0006】燃料改質器の反応管内の触媒層温度を温度検出器で検出し、この検出温度が改質反応を行なわせる触媒層の所定温度になるように燃焼空気を送気するブロワの回転数を制御して燃焼空気量を制御し、触媒層温度を制御している。上記のように燃料電池の負荷変動に直ちに追従できるように、燃料電池への過剰な改質ガス量の供給に伴って排出される過剰なオフガスを燃料改質器のバーナで燃焼させる場合、反応管の触媒層の温度を所定値にするため、余剰の燃焼空気量により、燃焼により生じる熱媒体を冷却するのは、ブロワの駆動動力を増加させるとともに、余剰の燃焼空気により燃焼熱を外部に棄てることになり、動力及び熱損失が大きくなるという欠点がある。

【0007】この欠点を解決するものとして特開平4-243538号が知られている。以下これについて簡単に説明する。図2は上記特開による燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置の系統図である。図2において、燃料改質器1は炉容器2内に改質触媒が充填されて

なる触媒層3を内蔵する反応管4と、炉容器2の上部にバーナ5とを備えている。燃料電池7はりん酸電解質を保持する電解質層8と、これを挟持する燃料電極9、空気電極10と、これらの電極に改質ガスと空気とをそれぞれ供給する燃料室11と空気室12とを備えている。

【0008】脱硫器13は天然ガスの原燃料に含まれる有機硫黄を硫化水素の形で除去する。また、一酸化炭素変成器14は燃料改質器1で水蒸気改質されたガスに含まれる一酸化炭素を変成してその濃度を低減する。原燃料供給系15は熱交換器16を備えて脱硫器13に接続し、脱硫器13を通流する天然ガスの原燃料が流れる。

【0009】水蒸気供給系17は脱硫器13の出口部の原燃料供給系15に接続され、脱硫器13で脱硫された天然ガスに付加する水蒸気が流れる。改質原料ガス供給系18は熱交換器19を備えて、脱硫器13の出口部の原燃料供給系15と水蒸気供給系17との合流点と、燃料改質器1の反応管4の入口とに接続され、脱硫された天然ガスと水蒸気とからなる改質原料ガスが流れる。

【0010】改質ガス供給系20は一酸化炭素変成器14を備え、反応管4の出口と燃料電池7の燃料室11とに接続され、燃料改質器1で水蒸気改質され、一酸化炭素変成器14で一酸化炭素濃度が低減された改質ガスが流れる。水素リサイクル系22は一酸化炭素変成器14の出口部の改質ガス供給系20と原燃料供給系15とに接続され、原燃料供給系15を流れる天然ガスに含まれる有機硫黄を脱硫器13にて硫化水素の形にして脱硫するための水素添加用として改質ガスの一部が流れる。

【0011】オフガス供給系23は燃料電池7の燃料室11と燃料改質器1のバーナ5とに接続され、燃料室11から排出されてバーナ5に供給する電池反応に寄与しない未使用水素を含むオフガスが流れる。オフガス排出系34は流量制御弁35を備えて、オフガス供給系23から分岐して熱回収装置33に接続し、熱回収装置33に供給するオフガスが流れる。空気供給系24はブロワ25を備えて空気室12に接続され、空気室12に供給する反応空気が流れる。なお、26は空気室12から排出されるオフ空気が流れる空気排出系である。

【0012】燃焼空気供給系27はブロワ28を備えてバーナ5に接続され、バーナ5に送る燃焼空気が流れる。なお、29はバーナ5での燃焼による燃焼ガスを熱交換器19を経て外部に排出する排ガス系である。オフガス流量検出器40は、オフガス供給系23を流れるオフガス流量を検出する。空気流量検出器37は、燃焼空気供給系27を流れる燃焼空気流量を検出する。空燃比設定器38は、オフガス流量と燃焼空気流量との空燃比を所定値に設定する。比率調節器39は、オフガス流量検出器40での検出オフガス流量の信号と、空気流量検出器37での検出燃焼空気流量の信号とが入力され、比率設定器39からの設定空燃比になるようにブロワ28

の回転数を制御して燃焼空気流量を制御する。

【0013】このような構成により、原燃料供給系15を経て供給された天然ガスは、水素リサイクル系22を経て供給される改質ガスが添加され、熱交換器16にて予熱された後、脱硫器13に流入し脱硫される。脱硫された天然ガスは水蒸気供給系17を経て供給される水蒸気が付加されて熱交換器19にて予熱された後、燃料改質器1の反応管4に流入する。

【0014】反応管4に流入した天然ガスと水蒸気とからなる改質原料ガスは、反応管4内の触媒層3を通流する。そして、バーナ5にてオフガス供給系23を経て供給されるオフガスが燃焼空気供給系27を経てブロワ28の駆動により供給される燃焼空気により燃焼して生じた熱媒体により反応管4を加熱して、触媒層3を通流する改質原料ガスを水素を主成分とするガスに水蒸気改質する。なお、燃焼ガスは排ガス系29を経て外部に排出される。

【0015】反応管4から送出される水素を主成分とするガスは、改質ガス供給系20を経て一酸化炭素変成器14に送出され、ここで余剰の水蒸気とともに一酸化炭素は変成され、一酸化炭素濃度の低い水素に富むガスに改質された改質ガスになる。このようにして得られた改質ガスは燃料電池7に供給され、ブロワ25の駆動により空気供給系24を経て供給される空気とにより、燃料電池7は電池反応を起こして発電する。なお、空気室12からは電池反応に寄与しない未使用酸素を含むオフ空気が、空気排出系26を経て外部に排出される。

【0016】上記の改質ガスの生成時の反応管4の触媒層の温度制御は、下記のようにして行なわれる。温度検出器30で反応管4内の触媒層3の温度を検出し、この検出温度の信号が温度調節器36に入力され、検出温度と触媒層3の改質反応を行なわせる所定温度の目標値の偏差から温度調節器36により流量制御弁35が制御され、触媒層3の温度が所定温度になるように制御されたオフガス流量がバーナ5にオフガス供給系23を経て供給される。なお、オフガス供給系23を流れるオフガス以外のオフガスは、流量制御弁35から熱回収装置33に送出される。

【0017】この際、バーナ5に供給される燃焼空気量は、空燃比設定器38で設定された空燃比になるように、オフガス流量検出器40での検出オフガス流量の信号と、空気流量検出器37での検出燃焼空気流量の信号とが入力される比率調節器39により制御される。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】上記のように反応管4内の触媒層3の温度を所定温度になるように、バーナ5で燃焼するオフガス量を制御して触媒層3の温度を制御するのは、反応管4を流れる改質ガス量の変化に対して反応管4内の触媒層温度、又は改質ガス出口温度の応答性が遅いため、オーバーシュートやアンダーシュートの

大きい制御となるので、前記温度が安定せず、その結果、燃料改質器の改質率が設計値以下になるという問題がある。

【0019】また、本出願人は流量制御弁35から排出されるオフガスを利用する熱回収装置についても検討を加えた。本発明の目的は、反応管内の触媒層又は改質ガス出口の温度制御を改質ガス量の変化に対して応答性を高めて、触媒層又は改質ガス出口の温度を安定化して燃料改質器の改質率の低下を防ぎ、さらに外部に排出される燃料電池からのオフガスを燃料とする適切な熱回収装置を備える燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明によれば炭化水素系又はアルコール系の原燃料が供給される改質触媒が充填されてなる触媒層を有する反応管と、これを内蔵する炉容器と、炉容器に設けられ、燃料電池から排出されてオフガス供給系を経て供給される未使用水素を含むオフガスを所定の空燃比で燃焼させるバーナとを備え、反応管に供給される前記原燃料をバーナでの燃焼により生じた熱媒体により加熱して、水素に富むガスに改質して改質ガスを生成する燃料改質器における前記触媒層の温度を、オフガス供給系から分岐し、オフガスを排出するオフガス排出系に設けられる流量制御弁により制御されるバーナへの供給オフガス量により制御する燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置において、反応管内の触媒層温度又は改質ガス出口温度を検出する温度検出器と、炉容器内の燃焼時の炉内温度又は炉壁温度を検出する炉内温度検出器と、温度検出器で検出する触媒層温度又は改質ガス出口温度と、触媒層温度又は改質ガス出口温度の所定温度の目標値とが入力され、前記検出温度と目標値との偏差に基づいて出力信号が出力される触媒層温度調節器と、この調節器からの出力信号が入力され、反応管内の触媒層温度又は改質ガス出口温度と炉内温度又は炉壁温度との関係に基づいて、前記入力される出力信号に応じて炉内温度又は炉壁温度の設定温度が定められ、炉内温度検出器での検出温度と前記設定温度との偏差から流量制御弁を制御して炉内温度又は炉壁温度を制御する炉内温度調節器とを備え、反応管内の触媒層温度又は改質ガス出口温度を触媒層温度調節器と炉内温度調節器とにより、カスケード制御するものとする。

【0021】また、上記の燃料電池用燃料改質器の触媒*

$$\text{炉内温度設定値} = \text{制御基準温度} - \text{補正係数} \times (\text{検出改質ガス出口温度} - \text{改質ガス出口温度の目標値}) \quad \dots (1)$$

ここで、制御基準温度は、例えば図3における改質ガス出口温度の目標値Aに対応する炉内温度Bである。また、触媒層温度調節器からの出力信号は、
補正係数 \times (検出改質ガス出口温度 - 改質ガス出口温度の目標値)

*層温度制御装置において、流量制御弁から排出されるオフガスを燃料とし、燃料電池から排出されるオフ空気を燃焼空気とする触媒燃焼器を設けるものとする。

【0022】

【作用】燃料改質器では、炭化水素系又はアルコール系の原燃料を改質触媒が充填してなる触媒層を内蔵する炉容器内の反応管に通流させ、炉容器に設けられたバーナにより燃料電池から排出される未使用水素を含むオフガスを、所定の空燃比の燃焼空気により燃焼させて生じた熱媒体により反応管を加熱して、水素に富むガスに改質して改質ガスを生成する。この場合、反応管内の触媒層の温度又は改質ガス出口温度は、改質反応を行なわせる所定温度に下記のようにして制御される。

【0023】反応管内の改質ガス出口温度と反応管を加熱するためのオフガスの燃焼による炉容器内の炉内温度とは、図3の線Pで示す関係にあり、改質ガス出口温度の所定温度の目標値に対して一義的に炉内温度が定まる。なお、図3では改質ガス出口温度と炉内温度との関係を示したが、触媒層温度と炉内温度との関係も同じであり、また、炉内温度は炉壁温度でも同じ関係が得られる。

【0024】ところで、オフガスをバーナで燃焼する際、炉内温度又は炉壁温度の温度制御の応答性はよいので、改質ガス出口温度又は触媒層温度を炉内温度又は炉壁温度を介してカスケード制御することにより、良好な応答性の改質ガス出口温度又は触媒層温度の制御が得られる。このカスケード制御は下記のようにして行なわれる。

【0025】温度検出器で検出した改質ガス出口温度又は触媒層温度の信号が触媒層温度調節器に入力され、この調節器から前記検出温度と改質ガス出口温度又は触媒層温度の所定温度の目標値との偏差に対応する出力信号が出力される。この出力信号は炉内温度調節器に入力され、この出力信号に対応する炉内温度又は炉壁温度の設定値が定められる。そして炉内温度調節器にて、これに入力される炉内温度検出器での検出温度と前記設定値の偏差から流量制御弁を制御して、バーナで燃焼するオフガス流量を制御する。この結果、改質ガス出口温度又は触媒層温度はカスケード制御により、所定温度の目標値に温度制御される。

【0026】上記のカスケード制御の際、炉内温度調節器での炉内温度設定値は下記の式で表わされる。

である。

【0027】なお、前記(1)式において炉内温度を炉壁温度とし、改質ガス出口温度を触媒層温度としても同じである。また、オフガス排出系の流量制御弁から排出されるオフガスを燃料とし、燃料電池から排出される

未使用酸素を含むオフ空気を燃焼空気として燃焼させる触媒燃焼器を設けることにより、排出されるオフガスをオフ空気により、空燃比が広い範囲で燃焼できる触媒燃焼器で燃焼できるので、特別な燃焼空気発生装置を必要とせず、オフガスの排熱を容易に利用できる。

【0028】

【実施例】以下図面に基づいて本発明の実施例について説明する。図1は本発明の実施例による燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置の系統図である。なお、図1において図2の従来例と同一部品には同じ符号を付し、その説明を省略する。図1において従来例と異なるのは下記の通りである。

【0029】バーナ5でのオフガス燃焼時の炉容器2内の炉内温度を検出する炉内温度検出器43と、反応管4内の改質ガス出口温度を検出する温度検出器42と、この温度検出器42での検出温度の信号が入力され、改質反応を行なわせる所定温度の目標値と前記検出温度との偏差に基づく出力信号を出力する触媒層温度調節器44と、この調節器からの出力信号が入力され、目標値の改質ガス出口温度に対応する図3に示す関係から求められる炉内温度に対して、触媒層温度調節器44からの前記(1)式に基づく出力信号により定まる炉内温度の設定値と、炉内温度検出器43での検出炉内温度との偏差から流量制御弁35を制御する炉内温度調節器45とを設け、触媒層温度調節器44と炉内温度調節器45とをカスケード制御するように接続している。

【0030】また、白金触媒を担持した触媒燃焼器46を設け、この触媒燃焼器46にオフガス排出系34と、空気排出系26から分岐したオフ空気排出系47とを接続し、さらに触媒燃焼器46での燃焼排ガスを排出する排ガス排出系48を空気排出系26に接続している。なお、空気排出系26からそれぞれ分岐するオフ空気排出系47と排ガス排出系48との各分岐点の間の空気排出系26に弁49を設けている。なお、弁49は流量制御弁であってもよい。

【0031】このような構成により、燃料電池7の負荷に応じた天然ガスが前述のように燃料改質器1に供給され、反応管4を通流する改質原料ガスを、燃料電池7からのオフガスが所定の空燃比で燃焼された燃焼熱により加熱して、水素に富むガスに改質するときの反応管4の改質ガス出口温度は下記のようにして制御される。温度検出器42で検出された反応管4の改質ガス出口温度の信号は、触媒層温度調節器44に入力される。そして、この調節器44にて温度検出器42での検出温度と改質ガス出口温度の所定温度の目標値との偏差に基づく、前記(1)式の補正係数 \times (検出改質ガス出口温度-改質ガス出口温度の目標値)の出力信号が出力される。そして、この出力信号は炉内温度調節器45に入力され、この調節器45にて改質ガス出口温度の目標値に対応する図3の関係から定まる炉内温度の制御基準温度に基づく

炉内温度設定値が前記(1)式における

制御基準温度-補正係数 \times (検出改質ガス出口温度-改質ガス出口温度の目標値)

により設定され、この炉内温度設定値と炉内温度検出器43での検出炉内温度との偏差から流量制御弁35を制御して、燃料改質器1のバーナ5で燃焼するオフガス流量を制御することにより、反応管4の改質ガス出口温度は良好な応答性で目標値に制御される。

【0032】なお、上記において触媒層温度を検出する温度検出器、炉壁温度を検出する炉内温度検出器を設け、これらの検出器で検出した触媒層温度、炉壁温度をそれぞれ改質ガス出口温度、炉内温度の代りに用いても同じ効果が得られる。ところで、バーナ5で燃焼された残りの流量制御弁35から排出されるオフガスは触媒燃焼器46に流入し、オフガスは触媒燃焼器46にてオフ空気排出系47を経て流入する燃料電池7からの未使用酸素を含むオフ空気により燃焼させる。この際、オフ空気量は常に多目に流すように弁49を調整する。なお、弁49の代りに流量制御弁を用いて供給するオフ空気量を制御してもよい。

【0033】上記のようにして、触媒燃焼器46にて燃焼した燃焼排ガスは、排ガス排出系48を経て空気排出系26を流れるオフ空気と混合され、図示しない後段の熱交換器に通流して排熱を回収する。なお、本実施例では炭化水素系の原燃料を水蒸気改質する際の触媒層温度又は改質ガス出口温度の温度制御、及び設置される触媒燃焼器について説明したが、アルコール系の原燃料を水蒸気改質する際の触媒層温度又は改質ガス出口温度の温度制御、及び設置される触媒燃焼器においても同じ作用が得られる。

【0034】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば前述の構成により、燃料改質器の反応管内の触媒層温度又は改質ガス出口温度を応答性のよい炉内温度又は炉壁温度を介してカスケード制御するので、触媒層温度又は改質ガス出口温度はオーバシュートやアンダーシュートの少ない良好な応答性で制御することができ、触媒層温度又は改質ガス出口温度が安定することになり、これに伴って燃料改質器の改質率が安定するという効果がある。

【0035】また、バーナでの燃焼した残りの流量制御弁より排出されたオフガスを、燃料電池からのオフ空気により空燃比の広い範囲で燃焼できる触媒燃焼器で燃焼して、その燃焼排ガスを排熱利用として熱回収するので、燃焼空気供給用のブロワの駆動動力の増加を必要とせず、補機動力が少なくすむという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御装置を備えた燃料電池発電装置の系統図
【図2】従来の燃料電池用燃料改質器の触媒層温度制御

装置を備えた燃料電池発電装置の系統図

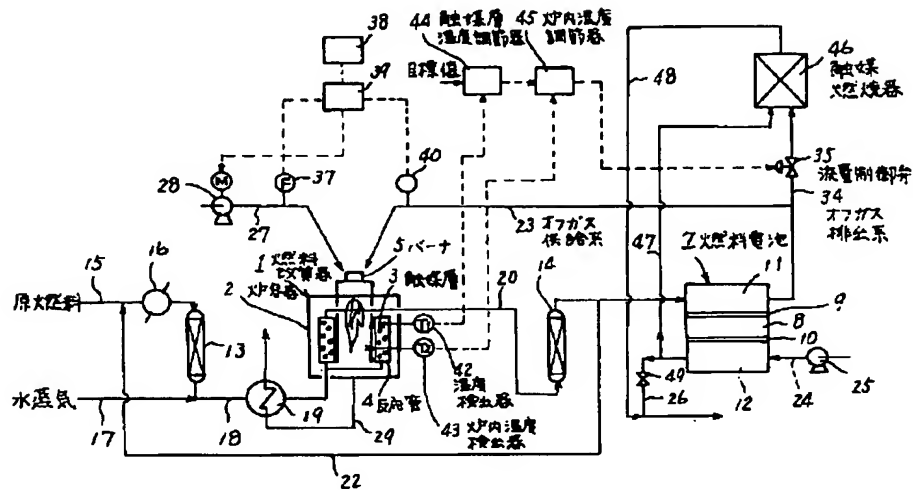
【図3】燃料改質器の反応管内の改質ガス出口温度と燃料改質器の炉内温度の関係を示す図

【符号の説明】

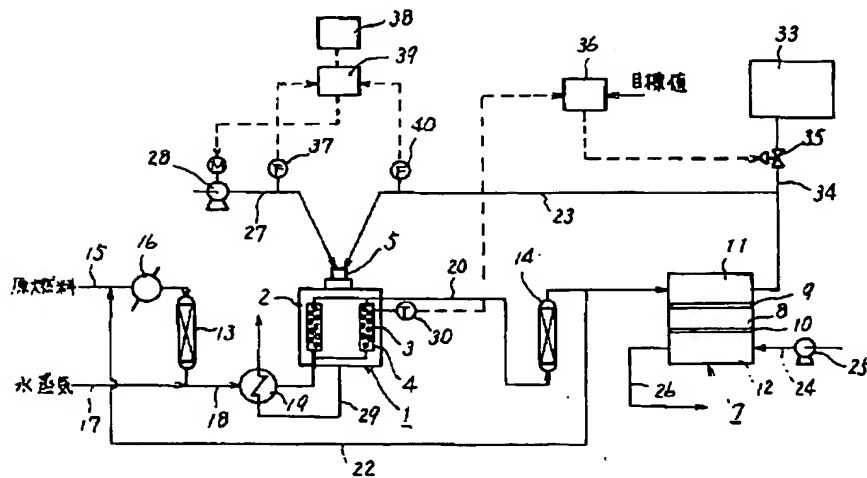
- 1 燃料改質器
- 2 炉容器
- 3 触媒層
- 4 反応管
- 5 パーナ
- 7 燃料電池

- 23 オフガス供給系
- 30 温度検出器
- 34 オフガス排出系
- 35 流量制御弁
- 42 温度検出器
- 43 炉内温度検出器
- 44 触媒層温度調節器
- 45 炉内温度調節器
- 46 触媒燃焼器

【図1】



【図2】



【図3】

